



(19)

(11) Publication number:

03

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(21) Application number: **02076092**(51) Intl. Cl.: **G01B 11/00**(22) Application date: **26.03.90**

(30) Priority:

(43) Date of application
publication: **05.12.91**(84) Designated contracting
states:(71) Applicant: **RIKAGAKU KENKYUS
ONO SOKKI CO LTD**(72) Inventor: **OKAMOTO TAKAYUKI
YAMAGUCHI ICHIRO
NAGAYAMA HIDENORI**

(74) Representative:

**(54) SPATIAL FILTER
DETECTOR AND
INSTRUMENT FOR
MEASURING
DISPLACEMENT
QUANTITY OF PATTERN
TRAVERSING
PHOTOSENSITIVE
ELEMENT**

Best Available Copy

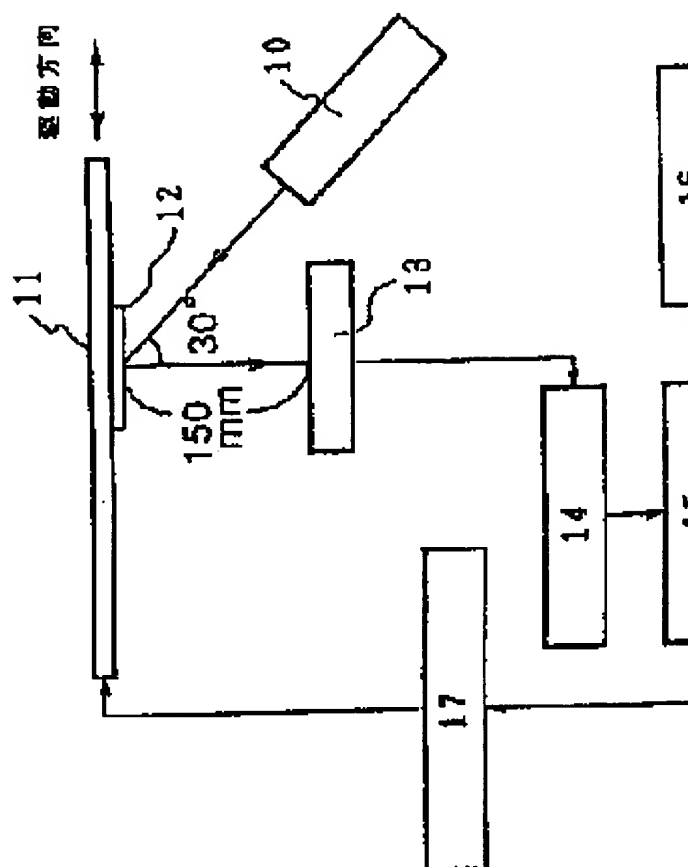
(57) Abstract:

PURPOSE: To perform measurement with high resolution by comparing signals with one another by changing the combination of the outputs of photosensitive elements arranged at equal spaces and adopting the signal with the largest amplitude.

CONSTITUTION: A laser beam emitted from an He-Ne laser light source 10 is incident on the surface of a rough surface object 12 mounted on a stepping motor carriage 11 to generate a speckle in diffused reflected light and received by a spatial filter detector 13. The detector

13 is constructed by changing the combination of connections between the outputs of photosensitive elements equally arranged at equal spaces. Since a speckle pattern moves with the displacement of the object 12, the movement quantity of the object 12 can be obtained by detecting the quantity of the movement of the speckle pattern. In a processing system, four kinds of differential outputs are taken in by an A/D converter 14 and processed by a computer 15. Obtained result are recorded by a plotter 16. Receiving signals from the computer 15, a stepping motor 17 is driven at a minimum $1\ \mu\text{m}/\text{step}$.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio



⑫ 公開特許公報(A) 平3-274401

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)12月5日

G 01 B 11/00

F

7625-2F

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑮ 発明の名称 空間フィルタ検出器と受光素子を横断するパターンの変位量計測装置

⑯ 特 願 平2-76092

⑰ 出 願 平2(1990)3月26日

特許法第30条第1項適用 1989年9月27日、社団法人応用物理学会発行の「1989年(平成元年)秋季第50回応用物理学会学術講演会講演予稿集第3分冊」に発表

⑱ 発 明 者 岡 本 隆 之 埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所内
 ⑱ 発 明 者 山 口 一 郎 埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所内
 ⑱ 発 明 者 長 山 秀 徳 東京都大田区矢口1-27-4 株式会社小野測器技術センター内
 ⑲ 出 願 人 理 化 学 研 究 所 埼玉県和光市広沢2番1号
 ⑲ 出 願 人 株 式 会 社 小 野 測 器 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 ⑳ 代 理 人 弁 理 士 中 村 稔 外7名

明 細 書

1. 発明の名称 空間フィルタ検出器と受光素子を横断するパターンの変位量計測装置

2. 特許請求の範囲

- (1) 等間隔に配列した受光素子を備え、検出位置に対する受光感度特性が、検出位置の増加につれて周期的に変化する第1の特性、 A_s と、この第1の特性の周期的変化と90度位相を異にして変化する第2の特性 A_c と、所定検出位置に至るまでは前記の第1の特性と同じように変化し、そして前記の所定検出位置を越えると位相を異にして変化する第3の特性 B_s と、前記の所定検出位置に至るまでは前記の第2の特性と同じように変化し、そして前記の所定検出位置を越えると位相を異にして変化する第4の特性 B_c とを含む空間フィルタ検出器。
- (2) 等間隔に配列した受光素子を備え、検出位置に対する受光感度特性が、検出位置の増加につれて周期的に変化する第1の特性、 A_s と、こ

の第1の特性の周期的変化と90度位相を異にして変化する第2の特性 A_c と、所定検出位置に至るまでは前記の第1の特性と同じように変化し、そして前記の所定検出位置を越えると位相を異にして変化する第3の特性 B_s と、前記の所定検出位置に至るまでは前記の第2の特性と同じように変化し、そして前記の所定検出位置を越えると位相を異にして変化する第4の特性 B_c とを含む空間フィルタ検出器、

この空間フィルタ検出器に接続され、前記の第1の特性 A_s の第1の出力信号を自乗する第2の自乗回路31、前記の第2の特性 A_c の第2の出力信号を自乗する第2の自乗回路31'、前記の第3の特性 B_s の第3の出力信号を自乗する第3の自乗回路37、前記の第4の特性 B_c の第4の出力信号を自乗する第4の自乗回路37'、

前記の第1と第2の自乗回路31、31'の出力信号を加算する第1の加算回路、

前記の第3と第4の自乗回路37、37'の

出力信号を加算する第2の加算回路、

前記の第1と第2の加算回路の出力を比較し、いずれの出力が大きいかを判別する比較判別回路、

前記の第1の出力信号と前記の第2の出力信号との比を求める第1の割算回路、

前記の第3の出力信号と第4の出力信号との比を求める第2の割算回路、

前記の第1の割算回路に接続された第1の逆正接関数発生回路、

前記の第2の割算回路に接続された第2の逆正接関数発生回路、

前記の第1の逆正接関数発生回路に接続された第1の遅延回路33、

前記の第2の逆正接関数発生回路に接続された第2の遅延回路33'、

前記の第1の逆正接関数発生回路と前記の第1の遅延回路とに接続された第1の引算回路35、

前記の第2の逆正接関数発生回路と前記の第

2の遅延回路とに接続された第2の引算回路35'、

前記の比較判別回路と前記の第1と第2の引算回路35、35'に接続され、

前記の比較判別回路の出力にตอบสนองして振巾の大きい方の位相差を選択するスイッチ回路、及び

このスイッチ回路に接続された累積回路36を備えたことを特徴とする受光素子を横断するパターンの変位計測装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、非接触計測の分野に係わり、特に、複数の受光素子組から成る空間フィルター検出器を構成し、この検出器上に形成された被測定物体の規則的または不規則的パターンの移動を検出し、被測定物体の変位、速度、振動等を測定する適応型空間フィルター検出器に関する。

(従来技術)

基本的な空間フィルター検出器は、楕の歯状に複数の受光素子を等間隔に並べて1組の検出器を構成し、この検出器上に形成された被測定物体のパターンの各部がその受光素子を横ぎる度に検出される周期的な出力変化と、その繰返しを数え、これに楕のピッチを乗じて楕に直交する方向のパターンの移動量を求めるものである。しかし、1組の楕型検出器では出力に大きな直流成分が乗るので、通常は、それを除去するために2組の楕型検出器を噛み合わせた第7図(A)に示すような差動型空間フィルター検出器が開発されている。

具体的には、被測定物体面に光を照射して形成されたパターン70の面上に受光素子71を配列して2組の楕型検出器72、73を構成し、パターンの移動に伴うそれぞれの出力を差動増幅器74で増幅すると、同図(B)に示すような出力信号が得られる。この信号の周期を数え、楕のピッチをこれとかけ算してパターンの移動量が求められている。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、上述した差動型空間フィルター検出器は規則的なパターンの計測には適しているが、例えば、スペckルパターンのような不規則的(ランダム)なパターンの移動を検出するような場合には、空間フィルターで選択される空間周波数成分をもたないパターンもあり得るので、このときは出力信号が消失してしまい、パターンの移動量を測定することができなかった。更にパターンが楕に対してどちらの方向に移動しても出力が同じ変化を示すため、その移動方向(符号)を求めることができなかった。このため物体の変位、振動、

変形などを安定に測定できず測定の範囲も制約されていた。

本発明は、以上のような従来の空間フィルタ－検出器の問題点に鑑みて、被測定物体面から生じたランダムパターンが移動しても出力信号を消失することなく、その速度、変位、振動等を高分解能で測定する新型の空間フィルタ－を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

上記の課題は、等間隔で配列された受光素子の出力間の接続の組み合わせを変えて複数の空間フィルタ－検出器を構成し、この複数の空間フィルタ－検出器から出力される各信号の振幅を比較し、そのうち振幅の最も大きい信号を採用することによって解決することができる。

また、前記空間フィルタ－検出器において、構成される各検出器上のパターンの移動により検出される正弦成分と余弦成分の信号を取り出し、その比の逆正接より出力信号の位相を求め、またその二乗和より出力信号の振幅を求め、次いで前記

ずれており、それぞれ $SFD1$ 、 $SFD2$ の \sin 成分と \cos 成分を出力させる。また B_s 、 B_c はそれぞれ A_s : A_c に比べて中間から位相が π ずれている。 $SFD2$ で中間から位相をずらすことにより、 $SFD1$ と $SFD2$ の周波数応答にずれが生じ、一方で消失した時にもたいていは他方が残るようになる。つまり、パターンが検出器上に移動すると、 $SFD1$ と $SFD2$ からはそれぞれ同一周期でも異なった信号を取り出すことができ、一方の信号が消失したらもう一方でこれを補うようにする。すなわち $SFD1$ 、 $SFD2$ の振幅の大きい方のみ ($SFD(1+2)$) を抽出することによって信号消失の問題を解決することができる。

第5図は、上記第3図中の感度分布図30の A_s 、 A_c を演算処理して得られた $SFD1$ の出力波形であり、同図(A)は物体変位－振幅、同図(B)は、物体変位－位相図である。 A_s と A_c は $SFD1$ の \sin 成分①と \cos 成分②を出力しているので、それぞれの二乗和の平方から $SFD1$

振幅の最も大きい信号の位相増分を累積して前記パターンの移動量及び移動方向を測定することによって解決することができる。

(作用)

ここで、本発明の等間隔で配列された複数のスリット状の受光素子から成る出力間の接続の組み合わせを変えて4種類の差動出力を取り出した各受光感度について、第3図中の感度分布図30を用いて説明する。

A_s は、従来の差動型空間フィルタ－検出器の感度分布を表している。正、負値に対応する2つの素子列を組み合わせて各受光素子の出力間の差動を取っているのがこのように表すことができる。本発明では、これを更に A_c 、 B_s 、 B_c の3つの感度分布を与える空間フィルタ－検出器を追加し、合計4種類の出力信号を処理してパターンの移動を高精度に検出する。まず A_s と A_c の出力の組み合わせを $SFD1$ 、 B_s と B_c の出力の組み合わせを $SFD2$ とする。 A_s と A_c 及び B_s と B_c の間はそれぞれ周波数応答の位相が $\pi/2$

の振幅③及びそれぞれの比の \arctan から $SFD1$ の位相④が得られている。同図(A)で振幅が小さくなっている箇所(例えば物体変位が $2.6 \sim 2.7 \mu\text{m}$ 、 $3.7 \sim 3.8 \mu\text{m}$ の箇所)は検出器上のパターンに空間フィルタ－検出器で選択される空間周波数成分が消失しているからで、このときは同図(B)の位相も乱れている。

第6図は、第5図と同様に B_s と B_c を演算処理して得られた $SFD2$ の出力波形である。第5図の $SFD1$ の出力と第6図の $SFD2$ の出力は検出器上の同一パターンを検出しているにもかかわらずそれぞれの出力が消失する時が一致していない。このことにより $SFD1$ 及び $SFD2$ の2つの信号のうち振幅の大きい方のみを抽出すればよいことがわかる。例えば物体変位が $2.6 \mu\text{m}$ 付近では $SFD2$ を採用し、 $2.0 \mu\text{m}$ 付近では $SFD1$ を採用する。

上記得られた出力信号の位相は検出器上のパターンの移動量を与える。ここで逐次 $SFD1$ と $SFD2$ の2つの信号の振幅を比較し、大きい方

の位相増分を累積してその変化量を物体の移動量に変換することにより物体の移動量を求めることができる。更に、物体変位に対する位相の増減によりパターンの移動方向を判別することができる。

本発明の検出器は、スリット状の受光素子の出力間の接続の組み合わせを変えるだけで構成できるので、従来の空間フィルター検出器と全く同じ構造のものを使用できる。

(発明の効果)

以上詳述したように、本発明は受光素子列から成る一組の空間フィルター検出器を複数組配置して、その得られた各出力信号の中から振幅の最も大きい方を採用するので、物体の移動に伴う検出器上のパターンがスペックルパターンのようなランダムパターンであっても信号消失の問題がなくなった。また、信号処理系においては、パターンの移動量を位相の変化量に変化しているため検出器のピッチ以下の分解能で測定でき、しかも、物体変位に対する位相の増減により容易にパターンの移動方向を求めることが可能になった。

る。前記受光素子から成る検出器は一次元イメージセンサーで構成し、楕のピッチ $160\mu\text{m}$ 、素子組数 32 本とした。スペックルパターンは、粗面物体の変位に伴って移動するため、この移動量を検出することにより物体の移動量を求めることができる。処理系は、As、Ac、Bs、Bc の出力を A/D コンバータ 14 に取り込み、その値をコンピューター 15 で演算処理を行う。得られた結果はプロッター 16 に記録する。また、ステッピングモーター 17 はコンピューターからの信号を受けて最低 $1\mu\text{m}$ /ステップで駆動する。

第 2 図は、第 1 図に示す本発明の空間フィルター検出器 13 の一例であり、受光素子の構成及び各素子からの出力間の接続部分を示す検出器の構成図である。受光素子の数は 128 本で検出器が第 3 図中の受光感度図 30 の As、Ac、Bs、Bc となるように接続している。第 2 図では、受光素子列（素子番号 1～128）の中間（素子番号 64 と 65 の間、破線部分）から 2 つに分けて、それぞれの 4 つの素子、例えば素子番号 1～4 を

本発明の空間フィルター検出器は空間領域において、並列的に信号処理を行っているため、実時間測定ができる。またスペックルパターンを利用することにより物体の変位や変形量も知ることができる。更に、検出器のピッチ以下の分解能をもっているため、受光素子間のピッチを細かくすることにより、分解能はますます高くなり測定範囲も広がる。従って、本発明の適応型空間フィルター検出器は、極めて産業上利用価値の高いものになった。

(実施例)

以下に、本発明の実施例を詳細に説明する。

第 1 図は、本発明を実施するための装置全体の構成図である。He-Ne レーザー光源 10 から波長が 632.8nm で出射されたレーザービームを面内方向に移動するステッピングモーター移動台（ $10\mu\text{m}$ /ステップ）11 に設置したアルミ板の粗面物体 12 面上にスポット径 0.6mm で当て、拡散反射光の中にスペックルを生じさせ、それを本発明の空間フィルター検出器 13 で受光す

組み合わせて、1 素子目と 3 素子目及び 2 素子目と 4 素子目の差動増幅を行うように構成している。4 つの素子を一組にしているので素子組数は 32 本となる。例えば、第 3 図中の受光素子が As になるようにするには受光素子列の中間から左側及び右側について 2 素子目（素子番号 2）を正、4 素子目（素子番号 4）を負として差動増幅する。これに対して Bs は、受光素子列の中間から左側については As と同様であるが、右側については 2 素子目（素子番号 66）を負、4 素子目（素子番号 68）を正として差動増幅を行う。Ac、Bc についても同様である。このように接続の組み合わせを構成することにより受光素子を中間から π ずらすことができる。

第 3 図は、上記第 2 図の検出器で検出した信号（As、Ac、Bs、Bc）の処理系を示すブロック図である。SFD1 と SFD2 の振幅を比較して大きい方の位相成分を累積する。As①と Ac②の信号をそれぞれ二乗器 31、31' に入力し、2 つの和をとることにより SFD1 の振幅

③を求める。これと並行して A_s ①と A_c ②の比をとり、これを逆正接関数発生回路 32 に入力して SFD 1 の位相 ④を求める。この位相と直前の位相とを引算器 35 に入力して位相増分を求める。直前の位相は遅延器 33 を通して得られ、引算器 35 からは常に SFD 1 の位相増分が出力されている。SFD 2 についても同じ処理が行われており、引算器 35' からは常に SFD 2 の位相増分が出力されている。ここで比較器 34 で SFD 1 の振幅と SFD 2 の振幅を比較し、大きい方の位相増分のみを取り出す。これを累積器 36 で累積して出力とする。尚、第 3 図中の記号 ①～④は第 5 図 (A) (B) の記号と対応している。

第 4 図は、第 2 図の受光素子の構成から成る検出器を第 1 図に適用して検出器上のスペックルパターンの移動量を測定したものである。測定対象の粗面物体を $10\mu\text{m}$ /ステップで、 5mm 往復移動させたときの測定値である。同図中の (SFD (1+2)) が本発明による測定結果である。比較するために SFD 1、SFD 2 のみの場合の測

定結果も記録させた。図中の SFD 1 の信号消失箇所 a、SFD 2 の信号消失箇所 b からわかるように、一方が測定できない場合もう一方で補っていることが (SFD (1+2)) から明らかで、しかも精度よく測定されていることが理解される。また測定時間が 5 秒から 10 秒の間は物体が逆方向に移動しており、このときは位相が減少しているので測定物体の移動方向の判別もできているので物体の絶対位置の測定が可能である。つまり、同図からステッピングモーターの移動量と照合して、本発明の適応型空間フィルタ検出器によって忠実に変位測定が行えることがわかった。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明を実施するための装置全体の構成図、

第 2 図は、本発明の受光素子の配列及び各出力間の接続を示す構成例、

第 3 図は本発明の第 2 図の検出器で検出した信号処理系を示すブロック図、

第 4 図は、粗面物体を用いて実施した本発明の

測定結果を示す位相図、

第 5 図 (A) (B) は、感度分布 A_s 、 A_c の出力波形及びこれを演算処理して得られた SFD 1 の振幅及び位相の出力波形図、

第 6 図 (A) (B) は、第 5 図 (A) (B) と同様に B_s 、 B_c の出力波形及びこれを演算処理して得られた SFD 2 の出力波形図、

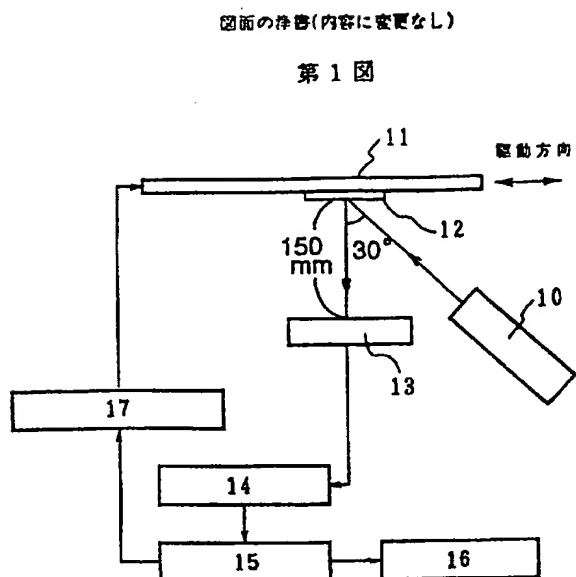
第 7 図 (A) (B) は、差動型空間フィルタ検出器の構成図及びその出力波形図である。

(符号の説明)

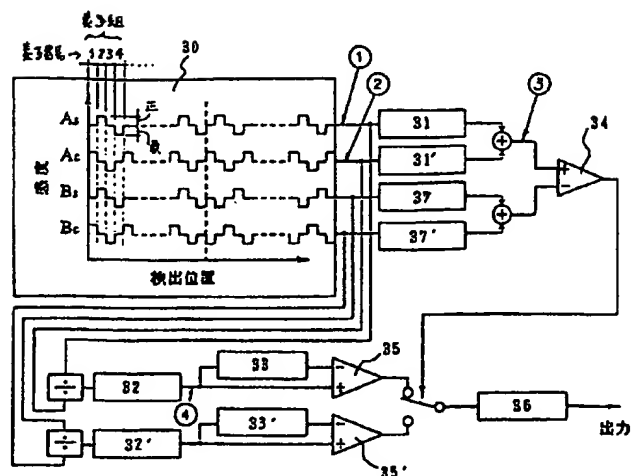
- 10 … レーザー光源、
- 11 … ステッピングモーター移動台、
- 12 … 粗面物体、13 … 空間フィルタ検出器、
- 14 … A/D コンバータ、15 … コンピューター、
- 16 … プロッター、17 … ステッピングモーター、
- 30 … 感度分布図 (空間フィルタ検出器)、
- 31、31'、37、37' … 二乗器、
- 32、32' … 逆正接関数発生回路、
- 33、33' … 遅延器、34 … 比較器、
- 35、35' … 引算器、36 … 累積器、

- 70 … パターン、71 … 受光素子、
- 72、73 … 楕円空間フィルタ検出器、
- 74 … 差動増幅器。

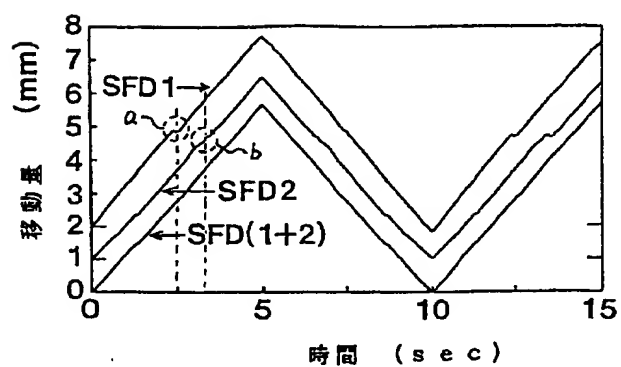
第 2 圖



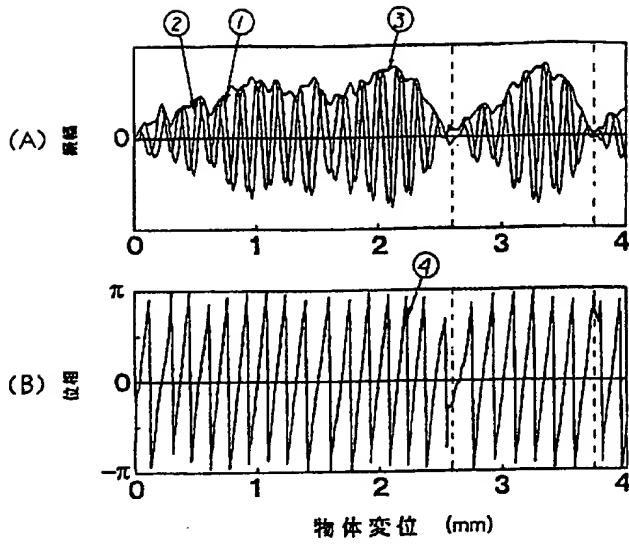
第 3 図



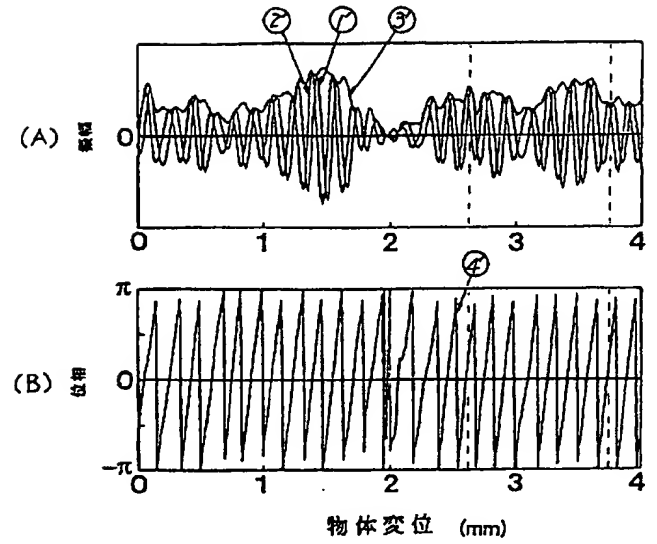
第 4 図



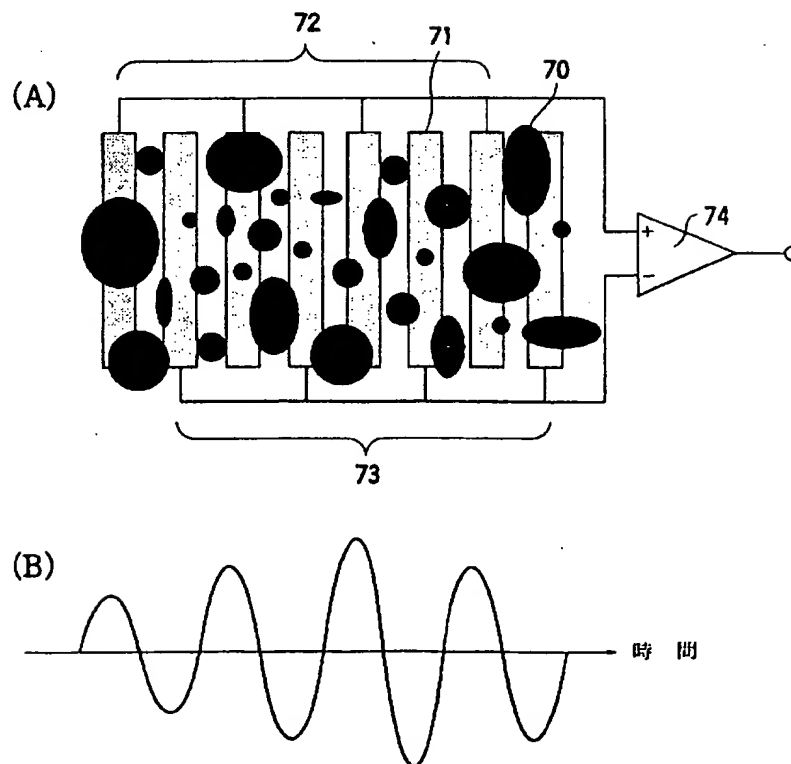
第 5 図 (SFD 1)



第 6 図 (SFD 2)



第 7 図



手 続 補 正 書 (方式)

平成 年 月 日

2.10.25

特許庁長官 植 松 敏 殿



1. 事件の表示 平成 2 年特許願第 7 6 0 9 2 号

2. 発明の名称 空間フィルタ検出器と受光素子を横断するパターンの変位置計測装置

3. 補正をする者

事件との関係 出 願 人

名 称 (679) 理 化 学 研 究 所

同 株式会社 小 野 測 器

4. 代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内 3 丁目 3 番 1 号
電話 (代) 211-8741

氏 名 (5995) 弁 理 士 中 村

総 務

5. 補正命令の日付 平成 2 年 6 月 2 6 日

6. 補正の対象 全 図 面

7 補正の内容 別紙のとおり

願書に最初に添付した図面の浄書
(内容に変更なし)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.